



⑪ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 18 193 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶
H 01 L 51/40
H 05 B 33/14

⑳ Aktenzeichen: 199 18 193.4
㉔ Anmeldetag: 22. 4. 99
㉕ Offenlegungstag: 25. 11. 99

DE 199 18 193 A 1

③① Unionspriorität:
98 08806 24. 04. 98 GB

⑦① Anmelder:
Cambridge Display Technology Ltd., Cambridge,
GB

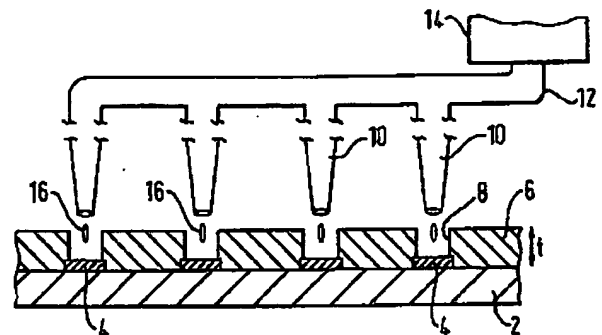
⑦④ Vertreter:
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,
78048 Villingen-Schwenningen

⑦② Erfinder:
Lacey, David John, Ashwell, Herts, GB; Pichler, Karl,
Wappingers Falls, N.Y., US; Murphy, Craig Edward,
Cambridge, GB

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Selektives Aufbringen von Polymerfilmen

⑤⑦ Verfahren zum selektiven Aufbringen von als Lösung handhabbaren Filmen für die Erzeugung eines gemusterten Films insbesondere auf dem Gebiet von integrierten elektronischen und optoelektronischen Einrichtungen. Ein als Lösung handhabbares organisches Material wird selektiv aufgebracht, indem dieses Material durch eine langgestreckte Bohrung von einem in Verbindung mit einem Vorratsbehälter dieses Materials stehenden entfernten Ende zu einem distalen Ende nahe einem Substrat für die Aufnahme dieses Materials zugeführt wird, wobei die Zuführung des Materials derart gesteuert wird, daß infolge des Kontakts zwischen dem Material und dem Substrat das distale Ende unter der Wirkung der Schwerkraft oder der Benetzungsspannung oder einer Kombination derselben verläßt.



DE 199 18 193 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum selektive Aufbringen von als Lösung handhabbaren Filmen zur Erzeugung eines gemusterten Films insbesondere auf dem Gebiet von integrierten elektronischen und optoelektronischen Einrichtungen.

Viele integrierte elektronische Einrichtungen erfordern das Mustern einer oder mehrerer dünner Schichten, die in diesen Einrichtungen mit verschiedenen Auflösungsgraden verwendet werden. Dies ist der Fall für organische elektronische und optoelektronische Einrichtungen, das sind Einrichtungen, die wenigstens eine elektrisch aktive oder optoelektrisch aktive organische Schicht enthalten. Solche Einrichtungen umfassen gemusterte und/oder mehrfarbige organische lichtemittierende Einrichtungen (OLEDs) und insbesondere solche, die lichtemittierende Polymere enthalten (LEPs). Solche organischen Schichten können organische Leiter sein, wie leitende Polymere (Polyanilin, Polyethylen-dioxythiophen und andere Polythiophene, Polypyrrol und dergl. und ihre dotierten Formen) oder fluoreszierende organische Verbindungen und konjugierte Polymere, wie Alq₃, Polyphenylene und Derivate, Polyfluorene und Derivate, Polythiophene und Derivate, Polyphenylvinylene und Derivate, Polymere, die heteroaromatische Ringe enthalten, und dergl. oder allgemein konjugierte Verbindungen (Moleküle und Polymere), die Ladungsträgertransport aufrechterhalten können, oder organische Halbleiter.

OLEDs, wie sie in der US-Patentschrift Nr. 5 247 190 oder in der US-Patentschrift Nr. 4 539 507 beschrieben sind, auf deren Inhalt hier Bezug genommen wird, sind Displays in Form von ebenen Platten, die elektronisch aktive dünne organische Schichten enthalten, wie oben erwähnt. In US 5 247 190 ist die aktive organische Schicht ein lichtemittierendes halbleitendes konjugiertes Polymer und in US 4 539 507 ist die aktive organische Schicht ein lichtemittierender sublimierter Molekularfilm. Diese Displays enthalten erste und zweite Elektroden, die in der Lage sind, Ladungsträger entgegengesetzter Art in eine lichtemittierende Schicht zu injizieren. Wenn ein elektrisches Feld zwischen den Elektroden angelegt wird, werden Ladungsträger entgegengesetzter Art in die lichtemittierende Schicht injiziert, wo sie rekombinieren und dann strahlend zerfallen, um Licht zu emittieren. Die Wellenlänge des emittierten Lichts kann durch geeignete Wahl der lichtemittierenden Polymerschicht eingestellt werden, um dadurch die Farbe zu verändern, die emittiert wird. Andere Schichten können eingeschlossen werden, beispielsweise ist es möglich, eine Ladungstransportschicht zwischen einer oder beiden Elektroden und der lichtemittierenden Schicht einzuschließen, um die Injektion von Ladungsträgern von den Elektroden in die lichtemittierende Schicht zu unterstützen.

Alternativ können mehr als eine lichtemittierende Schicht eingebracht werden, um eine andere Art der Steuerung der Farbe der emittierten Strahlung zu erzeugen. Solche Displays werden im einzelnen in den oben genannten US-Patentschriften beschrieben und werden daher hier nicht mehr im Detail beschrieben.

Andere organische optische, elektronische und optoelektronische Einrichtungen sind gemusterte Farbfilter für LCD-Displays, gemusterte Fluoreszenzfilme, Fotodioden und fotovoltaische Zellen, Dünnschicht-Transistoren, Dioden, Trioden, Optokoppler, Bildverstärker und dergl. und verschiedene Kombinationen dieser Einrichtungen in integrierten elektronischen Schaltungen.

Hohes Leistungsvermögen von optischen, elektronischen und optoelektronischen Einrichtungen, die solche aktiven organischen Schichten enthalten, erfordert eine große Sorg-

falt beim Aufbringen und Verarbeiten der organischen Schichten. Wenn "Kompromisse" bei der Verarbeitung und Aufbringung dieser Schichten gemacht werden, verschlechtert sich oft das Leistungsvermögen der Einrichtung. Solche "Kompromisse" sind jedoch oftmals erforderlich, beispielsweise bei der Herstellung von Einrichtungen, in denen eine oder mehrere aktive organische Schichten als Muster eingebracht werden müssen, beispielsweise zur Herstellung einer mehrfarbigen rot-grünblau (RGB)-LEB-Einrichtung.

Verschiedene Musterungsverfahren sind untersucht und entwickelt worden, um gemusterte organische Dünnschicht-einrichtungen herzustellen, von denen die meisten in ihrer Anwendbarkeit sehr begrenzt sind und/oder Nachteile in dem Sinn aufweisen, daß die Leistungsfähigkeit dieser Einrichtungen schlechter ist als diejenige von ungemusterten entsprechenden Einrichtungen. Diese Musterungsverfahren umfassen das Aufdampfen durch Lochmasken oder unter spezifischen Winkeln und Verwendung von Separatoren auf den Substraten der Einrichtung, was beides für gemusterte Einrichtungen unter Verwendung von sublimierten organischen Filmen angewendet wird. Diese Verfahren haben jedoch Einschränkungen hinsichtlich Größe und/oder Auflösung und sind nicht wirklich für als Lösung handhabbare Materialien, wie konjugierte Polymere, anwendbar. Verschiedene fotolithografische Musterungsverfahren können grundsätzlich zum Mustern von organischen Filmen angewendet werden, aber dies führt oft zu einer Verunreinigung der Trennflächen und einer Verschlechterung der Leistungsfähigkeit der Einrichtung. In vielen Fällen sind die Verfahren (UV-Licht, Brenn- oder Trockenschritte und dergl.) und die Chemikalien (Fotoresiste, Ätz- und Entwicklungslösungen, Lösungsmittel und dergl.), die bei lithografischen Verfahren angewendet werden, mit aktiven organischen Schichten nur gerade verträglich, wenn überhaupt. All diese Verfahren bedingen zusätzliche Verarbeitungsschritte und infolgedessen Kosten.

Als Alternative zum Aufbringen von Materialien, die als Lösung handhabbar sind, wurde Tintenstrahl-Druck für die Herstellung von Einrichtungen mit Mustern hoher Auflösung untersucht. Obwohl Tintenstrahl-Druck ein sehr attraktives Verfahren zur Herstellung von gemusterten Einrichtungen ist, da es direkt die Muster auf das Substrat "schreibt", ohne daß zusätzliche nachfolgende Musterungsschritte erforderlich sind, ergibt er auch Einschränkungen für das Verfahren: die mit Tintenstrahl gedruckten Lösungen, welche das bzw. die aktive(n) organische(n) Material(ien) enthalten, müssen einen Bereich von Erfordernissen erfüllen, der sich auf die Viskosität der Lösung, die Konzentration und/oder die Benetzungseigenschaften des Tintenstrahl-Druckkopfes beziehen. Bei diesem Verfahren wurde auch untersucht, Einrichtungen mit hoher Auflösung mit den geeignet hochauflösenden Druckköpfen zu mustern, und daher müssen die Tintenstrahl-Tröpfchengrößen ziemlich klein sein, was Auswirkungen auf den Durchsatz hat. Wenn daher größere Displays (oder andere Einrichtungen) mit größeren Pixels oder "Abstandsbereichen" hergestellt werden sollen, beispielsweise über 50 µm oder sogar über einige 100 µm, für die jedoch die Auflösungsanforderungen nicht sehr hoch sein können, sinkt die Attraktion des hochauflösenden Tintenstrahl-drucks.

Es ist ein Ziel der Erfindung, ein Muster- und Aufbringungsverfahren für als Lösung handhabbare Materialien zu schaffen, die als aktive dünne Filme in optischen, elektronischen und optoelektronischen Einrichtungen verwenden, welches die obigen Nachteile verdrängt oder beseitigt.

Gemäß einem Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum selektiven Aufbringen eines als Lösung handhabbaren organischen Materials durch Aufbringen des

Materials durch eine langgestreckte Bohrung von einem in Verbindung mit einem Vorratsbehälter dieses Materials stehenden entfernten Ende zu einem distalen Ende nahe einem Substrat zur Aufnahme dieses Materials, wobei die Zuführung des Materials so gesteuert wird, daß es das distale Ende unter der Wirkung der Schwerkraft oder der Benetzungsspannung oder einer Kombination derselben infolge des Kontakts zwischen diesem Material und dem Substrat verläßt.

Die Benetzungsspannung kommt ins Spiel, wenn ein Tröpfchen des Materials in Kontakt mit dem Substrat gebracht wird, während es noch am distalen Ende der Bohrung "festhängt". Es veranlaßt das Substrat, das Tröpfchen vom distalen Ende der Bohrung "abzuziehen". Die Benetzungsspannung ist durch die Oberflächenspannungsqualitäten des Materials in Verbindung mit der Form des Tröpfchens beim Verlassen des distalen Endes der Bohrung, dem Benetzungswinkel des Tröpfchens mit dem Substrat, die Kapillarkräfte aus der Bohrung und dem Druck aus dem Vorratsbehälter zu steuern. Die Verwendung der Benetzungsspannung ermöglicht einen kontrollierbaren und statischen Aufbringvorgang. Für große Aufbringflächen ist es jedoch auch möglich, daß die vorherrschende Kraft die Schwerkraft ist, d. h., daß das Tröpfchen das distale Ende der Bohrung vor der Kontakt Herstellung mit dem Substrat verläßt.

Die Übertragungsgeschwindigkeit und -menge des durch die langgestreckte Bohrung zugeführten Materials wird vorzugsweise durch Auswahl einer Kombination von Parametern einschließlich der Querschnittsfläche der Bohrung, des Abstandes vom Substrat und der Zeit und des vom Vorratsbehälter ausgeübten Drucks gesteuert.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen einer optischen, elektronischen oder optoelektronischen Einrichtung, die die Schritte umfaßt:

- (a) Ausbilden auf einem Substrat eines vorbestimmten Musters von Trennmateriale zur Bildung von vorbestimmten Bereichen für das darauffolgende Aufbringen eines als Lösung handhabbaren Materials;
- (b) Aufbringen eines als Lösung handhabbaren Materials in den vorbestimmten Bereichen durch Zuführen des Materials von einem in Verbindung mit einem Vorratsbehälter dieses Materials stehenden entfernten Ende einer langgestreckten Bohrung zu einem distalen Ende dieser Bohrung nahe den vorbestimmten Bereichen, wobei die Zuführung des Materials derart gesteuert wird, daß es das distale Ende unter der Wirkung der Schwerkraft oder der Benetzungsspannung oder einer Kombination dieser beiden mittels des Kontakts zwischen dem Material und dem Substrat verläßt; und
- (c) Durchführung eines Trocknungsschrittes.

Bei einer Ausführungsform steht die wenigstens eine Bohrung in Verbindung mit dem Vorratsbehälter über einen flexiblen Schlauch, um eine Bewegung der Bohrung bezüglich des Substrats zu ermöglichen, so daß eine selektive Aufbringung in vorbestimmten Bereichen des Substrats ermöglicht wird. Bei einer anderen Ausführungsform bildet die langgestreckte Bohrung einen Teil einer Bohrungsanordnung, die den Vorratsbehälter einschließt und bezüglich des Substrats beweglich ist. Bei einer weiteren Ausführungsform ist das Substrat bezüglich der wenigstens einen langgestreckten Bohrung beweglich gelagert.

Die Bohrungsanordnung kann aus einer Anordnung in Form einer Platte bestehen, die eine Anzahl von Öffnungen besitzt, deren jede mit einer entsprechenden vorstehenden

langgestreckten Bohrung in Verbindung steht, wobei die Öffnungen eine Verbindung der Bohrungen mit dem Vorratsbehälter ermöglichen.

Für die Verwendung verschiedener Materialien, z. B. unterschiedlicher Farben, kann mehr als eine Bohrung vorgesehen werden.

Eine mehrfarbige lichtemittierende Einrichtung kann drei langgestreckte Bohrungen in Verbindung mit jeweils unterschiedlichen Vorratsbehältern zur Zuführung von unterschiedlichen Materialien zu vorbestimmten Bereichen des Substrats umfassen, wobei die unterschiedlichen Materialien lichtemittierende organische Materialien sind, die Licht von unterschiedlichen Wellenlängen emittieren können.

Das Substrat kann ein vorgeformtes Muster von Trennmateriale (eine sogenannte "Bank") zur Bildung vorbestimmter Bereiche tragen, in denen das selektive Aufbringen stattfinden soll. Um eine optische, optoelektronische oder elektronische Einrichtung herzustellen kann ein Elektrodenmaterial in den vorbestimmten Bereichen vor dem selektiven Aufbringen aufgebracht worden sein.

Die Steuerung der Tröpfchenausgabe aus den Bohrungen kann unter Anwendung einer Anzahl von Faktoren, insbesondere der folgenden, erfolgen:

- (i) Querschnittsfläche der Bohrung, vorzugsweise im Bereich von $0,001 \text{ mm}^2$ bis 10 mm^2 , und/oder vorzugsweise kreisförmig mit einem Durchmesser von mehr als $50 \text{ }\mu\text{m}$ und vorzugsweise mehr als $200 \text{ }\mu\text{m}$;
- (ii) der Abstand zwischen dem Substrat und dem distalen Ende der langgestreckten Bohrung, vorzugsweise weniger als 10 mm , vorzugsweise noch weniger als 5 mm und noch besser weniger als 1 mm ;
- (iii) Übertragungsgeschwindigkeit des Materials durch die Bohrung, vorzugsweise weniger als 3 m/s und vorzugsweise noch weniger als 1 m/s ;
- (iv) Pixelausbreitungsflächen, die von irgendeiner zweckmäßigen Form sein können, z. B. quadratisch, rechteckig oder kreisförmig, und welche vorzugsweise einen größten Durchmesser von mehr als $50 \text{ }\mu\text{m}$, möglicherweise mehr als $100 \text{ }\mu\text{m}$ besitzen, jedoch vorzugsweise weniger als 3 mm und vorzugsweise noch kleiner als 1 mm . Der bevorzugte Bereich der Ausbreitungsflächen, für den die Erfindung besonders brauchbar ist, beträgt $250 \text{ }\mu\text{m}^2$ bis 9 mm^2 .

Dieses Verfahren ist insbesondere anwendbar für die Herstellung einer lichtemittierenden Einrichtung, in welcher die Anzahl von Elektrodenbereichen Anodenbereiche sind, und bei der das Verfahren einen weiteren Schritt der Aufbringung einer Kathodenschicht nach dem Trocknungsschritt umfaßt. Das als Lösung handhabbare Material ist in diesem Zusammenhang ein lichtemittierendes organisches Material, wie ein geeignetes Polymer.

So bezieht sich die vorliegende Erfindung allgemein auf das Muster von als Lösung handhabbaren Materialien in optischen/elektronischen/optoelektronischen Einrichtungen, insbesondere, jedoch nicht ausschließlich für LEP-Materialien, bei Anwendung eines neuen Aufbringverfahrens, das insbesondere für die Herstellung von gemusterten Einrichtungen mit großen "Ausbreitungsbereichen" brauchbar ist, vorzugsweise über $50 \text{ }\mu\text{m}$ und insbesondere über $100 \text{ }\mu\text{m}$. Das Verfahren erlaubt eine Herstellung mit hohem Durchsatz und niedrigen Kosten. Bei der bevorzugten Ausführungsform wird das Aufbringverfahren in Verbindung mit Substraten angewendet, die eine Bank von Trennbereichen aufweisen, die zwischen sich Wannen bilden, in die das verarbeitbare Material aus einer oder mehreren Anordnungen von Pipetten getropft wird. Das Tropfen des als Lösung

handhabbaren Materials kann von Hand oder automatisch gesteuert werden.

Das Aufbringen des als Lösung handhabbaren Materials, insbesondere organischer Substanzen, z. B. Polymeren, aus Pipetten ist ein langsames und statischeres Verfahren als der Tintenstrahl Druck, und daher sind Merkmale, die normalerweise beim Tintenstrahl Druck wichtig sind, wie Polymerviskosität, Oberflächenspannung und Benetzungswinkel, weniger kritisch oder sogar irrelevant. Beim Tintenstrahl Druck ist es oftmals notwendig, Benetzungsmittel und/oder Mittel zur Änderung der Viskosität den Tintenlösungen zuzugeben, um zu ermöglichen, daß dieselben durch das Tintenstrahlverfahren aufgebracht werden. Bei der vorliegenden Erfindung besteht viel weniger die Notwendigkeit, das Material selbst zu verändern.

Das Verfahren wird hier so beschrieben, daß aktive Pixelbereiche innerhalb einer organischen lichtemittierenden Einrichtung gebildet werden, aber es wird bemerkt, daß andere Anwendungen möglich sind.

Es ist zu erwarten, daß das als Lösung handhabbare Material aus der Pipette mit einer Geschwindigkeit von weniger als 3 m/s und vorzugsweise weniger als 1 m/s austritt. Die Pipetten sind vorzugsweise vertikal oberhalb des Substrats angeordnet, obwohl sie auch unter einem Winkel angeordnet sein könnten. Bei der zweckmäßigen Anordnung ist das Substrat in einem Abstand von distalen Ende der Pipette angeordnet, der ausreichend klein ist, so daß der Tropfen, der vom distalen Ende der Pipette freigegeben werden soll, in Kontakt mit dem "Ausbreitungsbereich" auf dem Substrat steht, bevor er die Pipette verläßt, so daß die Benetzungsspannung beim Erzeugen einer Kraft zum "Herausziehen" des Tröpfchens auf das Substrat eine Rolle spielt.

Das aus den Pipetten freigegebene Volumen kann leicht durch die Abmessungen der Pipette und die Zeit und den vom Vorratsbehälter ausgeübten Druck eingestellt werden. Es können vorhandene automatisierte präzise Mikro-Pipettieranordnungen verwendet werden, welche häufig in der bio/pharmazeutischen Wissenschaft Anwendung finden, wenn sie geeignet modifiziert werden. Eine Steuerung des Aufbringverfahrens kann durch die Konzentration des als Lösung handhabbaren Materials, die Menge der abgegebenen Lösung, die Benetzung des Substrats über die aktiven Pixelbereiche und das Banktrennmateriale erreicht werden. Grundsätzlich ist das Verfahren viel billiger als der Tintenstrahl Druck und ermöglicht einen viel höheren Durchsatz. Obwohl die Auflösung der aktiven Pixelbereiche, die durch das erfindungsgemäße Verfahren gebildet werden, nicht so fein sein könnte, als es mit Tintenstrahl Druck möglich wäre, überwiegen dennoch die Vorteile die Nachteile für Einrichtungen mit größeren "Ausbreitungsbereichen".

Andere bevorzugte, jedoch nicht wesentliche Merkmale unterscheiden das hier beschriebene Verfahren vom Tintenstrahl Druck. Die hier angewendete Tropfengröße ist größer als bei einem typischen Tintenstrahlverfahren, und bei der beschriebenen Ausführungsform liegt die Querschnittsfläche der Bohrung im Bereich von 0,001 mm² bis 10 mm².

Bei dem hier beschriebenen Aufbringverfahren werden Tröpfchen nicht wie beim Tintenstrahl Druck ausgespritzt, sondern die Ausgabe aus den Pipetten erfolgt vorwiegend unter dem Einfluß der Benetzungsspannung durch den Kontakt mit dem Substrat. So werden Tröpfchen in besser steuerbarer Weise aufgebracht.

Bei dem hier beschriebenen Verfahren ist es möglich, daß die Tröpfchengröße so gehalten wird, daß jeder aktive Pixelbereich nur durch einen Tropfen gebildet werden kann, aber es wird bemerkt, daß eine Anzahl von Tröpfchen erforderlich sein kann.

Die hier beschriebenen Verfahren haben einen weiteren

großen Vorteil gegenüber dem Tintenstrahl Druck, indem sie nicht einen komplizierten Tintenstrahlkopf erfordern, welcher sehr einschränkende Anforderungen für die statischen und dynamischen Lösungseigenschaften stellt, wie Viskosität, Trocknen, Benetzungswinkel mit der Düsenplatte, Oberflächenspannung, Zusetzen der Tintenstrahldüsen, verwendbare Lösungsmittel für den Tintenstrahlkopf und dergl.

Zum besseren Verständnis der Erfindung, und um zu zeigen, wie dieselbe ausgeführt werden kann, wird lediglich beispielhaft auf die Figuren Bezug genommen. Es zeigen:

Fig. 1 eine statische Darstellung des Grundgedankens der Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Aufbringens bei Verwendung einer einzigen Pipette;

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Aufbringens bei Verwendung einer linearen Anordnung von Pipetten;

Fig. 4 eine Draufsicht auf eine Anordnung von Pipetten;

Fig. 5a und 5b Draufsicht bzw. Seitenansicht einer Anordnung für mehrfarbiges Aufbringen;

Fig. 6 eine andere Anordnung für mehrfarbiges Aufbringen;

Fig. 7 eine Darstellung des schrittweisen Bewegens einer Pipettenanordnung;

Fig. 8a und 8b eine Darstellung der Wirkung der "Bank";

Fig. 9a bis 9d eine Darstellung von zweischichtigen "Banken";

Fig. 10 eine Draufsicht auf das Substrat vor dem Aufbringen;

Fig. 11 eine Anzahl von möglichen unterschiedlichen Bankformen;

Fig. 12 eine Darstellung einer alternativen Substratform; und

Fig. 13 eine schematische Darstellung eines OLED.

Der der Erfindung zugrundeliegende Grundgedanke besteht darin, eine Anordnung von Pipetten zu verwenden, um eine gemusterte Anordnung von Tröpfchen einer Lösung eines Materials aufzubringen, das aus irgendeinem als Lösung handhabbaren organischen Halbleiter oder Leiter besteht. Fig. 1 zeigt den Grundgedanken. In Fig. 1 ist mit 2 das Substrat für eine organische Einrichtung bezeichnet. Wie in der Technik bekannt, kann das Substrat aus Glas oder Kunststoff gebildet werden, es ist jedoch normalerweise durchsichtig oder im wesentlichen durchsichtig. Das Substrat 2 trägt eine Anzahl von ersten Elektrodenbereichen 4, die in Form von langgestreckten Streifen auf dem Substrat 2 vorgesehen sind. Die Elektrodenbereiche 4 können aus Indiumzinnoxid (ITO) gebildet werden, wodurch Anodenbereiche für einzelne Pixels der Einrichtung ausgebildet werden. Die Elektrodenbereiche 4 können unter Anwendung irgendeiner bekannten Technik geformt werden.

Die Elektrodenbereiche 4 werden durch eine "Bank" eines isolierenden Films 6 voneinander getrennt, die selbst geformt oder gemustert sind, um Wannen 8 zu bilden, deren Böden in Kontakt mit den Elektrodenbereichen 4 der Einrichtung stehen. Die Formung der Bank kann durch irgendeine bekannte Technik erfolgen, wie Siebdruck, Fotolithografie, Mikrokontaktdruck und dergl. Alternativ kann die Bank selbst durch Verwendung von in Reihe angeordneten Pipetten mit dem hier beschriebenen selektiven Aufbringverfahren aufgebracht werden. So kann das Aufbringen der Bank als Vorstufe unter Verwendung einer Anordnung von Pipetten durchgeführt werden, gefolgt von einem anschließenden Schritt des Aufbringens des als Lösung handhabbaren organischen Halbleiters oder Leiters.

Eine Anzahl von Pipetten 10 ist dargestellt, deren jede mit einer entsprechenden Wanne 8 ausgerichtet ist. Die Pipetten 10 sind über eine Leitung 12 mit einem Vorratsbehälter 14 verbunden, der eine aufzubringende Lösung enthält. In Fig.

1 ist zwar eine Anzahl von Pipetten 10 dargestellt, deren jede mit entsprechenden Wannen 8 ausgerichtet und mit einem gemeinsamen Vorratsbehälter 14 über eine gemeinsame Leitung 12 verbunden ist. Es sind jedoch mehrere andere Anordnungen möglich, wie im folgenden beschrieben wird. Die Anordnung gemäß Fig. 1 wird nur verwendet, um das Prinzip der Erfindung zu erläutern.

Das Substrat ist vorzugsweise eben (vor dem Aufbringen der Bankbereiche) und horizontal angeordnet, während die Pipetten im wesentlichen vertikal angeordnet sind. Dies trägt zur Erzielung einer gleichförmigen Filmdicke über die Ausbreitungsbereiche bei, die zwischen den Banktrennungsbereichen gebildet sind.

Die Anordnung gemäß der Erfindung ermöglicht das Aufbringen von Flecken von Lösungstropfen 16 in kontrollierter Weise in die Wannen 8.

Es wird zwar der Ausdruck Pipette durchwegs zur Beschreibung der Teile 10 benutzt, es ist jedoch zu bemerken, daß diese Teile die Form von langgestreckten hohlen Rohren besitzen, die das Auftropfen einer Lösung unter der Wirkung der Schwerkraft von einem mit dem Vorratsbehälter 14 verbundenen entfernten Ende des Rohrs zum distalen Ende des Rohrs nahe den Öffnungen der Wannen 8 ermöglicht. Andere Teile, die zur Verwirklichung der Pipetten 10 verwendet werden könnten, könnten beispielsweise Mikropipetten, Spritzen, vorstehende Düsen, hohle Nadeln und dergl. sein. Die Bohrungen können konisch oder zylindrisch sein. Bei der beschriebenen Anordnung hat die Bohrung der Pipetten 10 eine Querschnittsfläche im Bereich von $0,001 \text{ mm}^2$ bis 10 mm^2 . Bei der bevorzugten Anordnung haben die Pipetten eine kreisförmige Bohrung und der Durchmesser ist vorzugsweise größer als $50 \text{ }\mu\text{m}$ und besser noch größer als $200 \text{ }\mu\text{m}$. Ein Durchmesser von $50 \text{ }\mu\text{m}$ entspricht der Querschnittsfläche von etwa $2000 \text{ }\mu\text{m}^2$, und ein Durchmesser von $200 \text{ }\mu\text{m}$ entspricht einer Querschnittsfläche von etwa $31\,400 \text{ }\mu\text{m}^2$. Bei der vorliegenden Erfindung brauchbare Pipettenanordnungen sind auf dem pharmazeutischen, bio- und biotechnischen Gebiet bekannt und werden daher hier nicht im Einzelnen beschrieben, obwohl Abänderungen nötig sein können, um eine Optimierung der Technik für diesen Zweck zu ermöglichen. Trotzdem wird bemerkt, daß sie aus Glas, Metall, Kunststoff oder Keramik oder tatsächlich aus irgendeinem geeigneten Material hergestellt werden können, das mit dem als Lösung handhabbaren organischen Material, das aufgebracht wird, verträglich ist.

Die Bank 6 spielt eine wichtige Rolle, um zu verhindern, daß sich Lösungströpfchen 16 ausbreiten, und um die Benetzung zu steuern. Obwohl es grundsätzlich möglich ist, die Erfindung ohne Verwendung eines Substrats mit einer vorher aufgetragenen Bank zu verwirklichen, verbessert das Vorhandensein einer Bank während des Aufbringens die Leistung der fertigen Einrichtung. Die Bank oder ein Teil der Bank kann nach dem Aufbringen entfernt werden, so daß sie am fertigen Produkt nicht oder nur teilweise vorhanden ist.

Die Wahl der Bankdicke ist wichtig, um die aufgetragenen Tröpfchen 16 richtig innerhalb des Aufbringbereichs zu halten, ohne die Bank zu überfluten. Eine Dicke t von $0,5 \text{ }\mu\text{m}$, vorzugsweise $5 \text{ }\mu\text{m}$ oder darüber und noch besser $10 \text{ }\mu\text{m}$ oder darüber ergibt eine annehmbare Wirkung. Die Benetzungseigenschaften der Bank 6 müssen ebenfalls berücksichtigt werden, so daß wenigstens der obere Teil einer Bank nicht leicht durch die Lösung benetzbar ist. Beispielhafte Formgebungen der Bank werden ausführlicher im folgenden erläutert.

Die Bank kann leicht mit hohem Durchsatz und billig durch Siebdruck aufgebracht und gemustert oder geformt werden. Andere Verfahren umfassen übliche Aufbringung

(Spin, Schneide, Meniskus, Sprühen, Beschichten und dergl.) zusammen mit fotolithografischen Formen oder Mustern. Eine andere Alternative ist der Mikrokontaktdruck. Eine weitere Alternative ist die Verwendung eines Pipettenaufbringverfahrens, wie es hier beschrieben wird. Materialien für die Bank sind vorzugsweise organische Isoliermaterialien, z. B. Polyimid, könnten jedoch anorganisch sein.

Fig. 2 ist eine schematische Darstellung einer Anlage, die eine einzige Pipette 10 verwendet. Die Pipette 10 steht in Verbindung mit dem Vorratsbehälter 14 über die Leitung 12. Eine Relativbewegung ist zwischen dem Substrat 2 und der Pipette 10 vorgesehen, die entweder eine Bewegung der Pipette 10 seitlich bezüglich des Substrats ermöglicht, wie durch den Pfeil A bezeichnet, oder indem eine Bewegung des Substrats 2 seitlich bezüglich der Pipette 10 bewirkt wird, wie durch den Pfeil B oder beide Pfeile A und B angegeben ist. Um eine Bewegung der Pipette 10 zu ermöglichen, kann die Leitung 12 flexibel sein. Alternativ kann die Leitung 12 starr sein und die ganze Pipettenanordnung, welche die Pipette 10, die Leitung 12 und den Vorratsbehälter 14 umfaßt, kann beweglich ausgeführt sein. Mit 18 ist ein Ausgabemechanismus bezeichnet, der unter der Steuerung einer Steuereinrichtung 20 betätigbar ist. Der Ausgabemechanismus kann unter Druck oder auch von Hand oder auch automatisch betätigt werden. Obwohl der Ausgabemechanismus am Boden des Vorratsbehälters dargestellt ist, ist dies nur zu schematischen Zwecken gewählt. Der Ausgabemechanismus kann an irgendeiner geeigneten Stelle in der Pipettenanordnung angeordnet werden.

Fig. 3 zeigt das Aufbringen unter Verwendung einer linearen Anordnung 22 von Pipetten 10. Die lineare Anordnung umfaßt eine Platte, die in Fig. 3 in Seitenansicht gezeigt ist und auf ihrer Unterseite eine Anzahl von Öffnungen 24 aufweist, durch die die Pipetten 10 vorragen. Bei der Anordnung der Fig. 3 ist eine einzige Reihe von Pipetten 10 in der Platte 22 vorgesehen. Die Platte 22 hat Bohrungen 26, die ein Kommunizieren der Pipetten 10 mit dem Vorratsbehälter 14 ermöglichen. Die lineare Anordnung und/oder das Substrat 2 können sich in der x-y-Ebene entweder in der x- oder in der y-Richtung bewegen.

Fig. 4 zeigt eine zweidimensionale Anordnung 28 von Pipetten in Draufsicht auf ihre Unterseite. Obwohl in Fig. 4 nicht ersichtlich, ist klar, daß die Pipetten 10 aus der Unterseite der Anordnung 28 vorragen und in x- und y-Richtung regelmäßig angeordnet sind. Bei einer zweidimensionalen Anordnung der in Fig. 4 gezeigten Art können die Pipetten 10 mit den erforderlichen Aufbringbereichen auf dem Substrat 2 ausgerichtet sein, und die Musterung kann so in einem Ein-Schritt-Verfahren stattfinden. Für die Anordnung einer einzelnen Pipette oder einer linearen Anordnung gemäß Fig. 2 und 3 ist dagegen eine Relativbewegung erforderlich, wie bereits erläutert. Es kann ein weiterer Bereich von regelmäßigen oder unregelmäßigen Pipettenanordnungen mit oder ohne Verwendung von Fortschalt- und Wiederholungsbetätigungen ins Auge gefaßt werden.

Fig. 5a und 5b zeigen eine Anordnung von Pipetten 30 für mehrfarbiges Aufbringen. Das heißt, die Anordnung der Pipetten ist derart, daß sie jeweils mit Aufbringbereichen ausgerichtet werden können, die aus verschiedenen Polymeren herzustellen sind, welche lichtemittierende Eigenschaften bei jeweils unterschiedlichen Wellenlängen besitzen. Die Pipetten sind mit 10r, 10g und 10b bezeichnet, um die Tatsache anzugeben, daß sie jeweils rot, grün bzw. blau emittierende Polymere zuführen. Sie sind jeweils mit unterschiedlichen Vorratsbehältern 14r, 14g und 14b zur Zuführung dieser jeweils unterschiedlichen Polymere verbunden.

Fig. 6 zeigt eine andere Anordnung, bei welcher drei lineare Reihen 32, 34 und 36 zur jeweiligen Zuführung der

unterschiedliches Licht emittierenden Polymere vorgesehen sind.

Das den Fig. 5a, 5b und 6 zugrundeliegende Prinzip kann auch auf das Aufbringen anderer Polymere in der gleichen Richtung ausgedehnt werden, z. B. leitende Polymere zur Bildung von Ladungstransportschichten.

Fig. 7 zeigt, wie eine lineare Anordnung 22 der in Fig. 3 gezeigten Art mit einer kleineren Anzahl von Pipetten als der Anzahl von aufgetragenen Bereichen, die bei der fertigen Einrichtung erforderlich sind, verwendet werden kann, indem die Anordnung 22 schrittweise in x- und y-Richtung versetzt wird. Die gestrichelten Linien bezeichnen zukünftige Lagen der Anordnung 22, da sie mehreren Schritten über dem Substrat unterworfen wird.

Bei der vorangehenden Beschreibung wird angenommen, daß ein einziges Tröpfchen 16 der Lösung über die Pipette 10 auf den Aufbringebereich an jeder Stelle der Pipette 10 bzw. der Anordnung 22 getropft wird. Es ist jedoch durchaus möglich, mehrere Schritte vorzunehmen, um mehr als ein Tröpfchen an einer Stelle aufzubringen. Es ist ferner möglich, eine kontinuierliche oder halbkontinuierliche Strömung aus der Pipette 10 anzuwenden, wenn dies mit einer Bewegung der Pipetten 10 relativ zum Substrat 2 kombiniert wird. Dies ist beispielsweise besonders brauchbar zur Herstellung von linear gemusterten Bereichen mit linear gemusterten Bänken. Beispielsweise ist das Mustern von verschiedenen roten, grünen und blauen Polymeren in Streifen für LEPs oder gemustertes fluoreszierendes Material möglich. Ferner ist es möglich, Farbfilter für LCD-Displays in dieser Weise zu mustern.

Fig. 8a und 8b zeigen die Wirkung der Bank 6. In Fig. 8a ist ein Tröpfchen 16 über dem linken Aufbringebereich dargestellt, bevor es den ITO-Bereich 4 berührt. Rechts davon ist dargestellt, was passiert, wenn das Tröpfchen mit dem ITO-Bereich 4 in Berührung kommt, d. h., es ist zwischen den Wänden der Bank 6 auf beiden Seiten der Wanne 8 eingeschlossen.

Nach einem Trocknungsvorgang erscheint die Einrichtung, wie in Fig. 8b gezeigt. Das heißt, das Tröpfchen 16 ist getrocknet, um Schichten 38 über den ITO-Bereichen 4 zu bilden. Diese Schichten 38 sind dünne Filmschichten der Lösung, die durch die Pipetten 10 aufgetropft worden sind. Die "Ebenheit" der dünnen Filmschichten 38 wird durch Beachtung der Lösungseigenschaften, der Substrat-Benetzungseigenschaften, der Bank-Benetzungseigenschaften und der Ebenheit des Substrats gesteuert.

Fig. 9a bis 9d zeigen ein Substrat mit einer zweischichtigen Bank, wobei die erste Schicht mit 6a und die zweite Schicht mit 6b bezeichnet ist. Die erste Schicht 6a kann somit aus einem Material mit ähnlichen Benetzungseigenschaften wie Indiumzinnoxid gewählt werden, das für die Elektrodenbereiche 4 verwendet wird. Die zweite Schicht 6b kann ihre die Wanne 8 bildenden Ränder wegweisend von den Rändern der ersten Schicht 6a aufweisen. Eine Anzahl von verschiedenen Randanordnungen sind in den Fig. 9a, 9b, 9c und 9d dargestellt. Dies ermöglicht, daß die Höhe der zweiten Schicht 6b ohne unzulässige Beeinflussung der Benetzungseigenschaften direkt neben der Indiumzinnoxid-Schicht vergrößert wird, wobei diese durch die dünnere Schicht 6a, das ITO und die Lösungseigenschaften gesteuert wird. Die zweite Schicht könnte beseitigt werden, so daß sie im fertigen Produkt nicht vorhanden ist.

Fig. 10 ist eine Draufsicht, die klarer darstellt, wie die Bank 6 Öffnungen oder Wannen 8 bildet, um aktive Bereiche p für die Einrichtung festzulegen. Mit 4 sind die Streifen des ITO bezeichnet, wie oben.

Fig. 11 zeigt eine Anzahl von möglichen Bankformen. Diese Formen können zu einer zweischichtigen Struktur

kombiniert werden, wie in den Fig. 9a bis 9d gezeigt.

Fig. 12 zeigt eine alternative Substratform vor dem Aufbringen. Bei der Anordnung der Fig. 12 sind die ITO-Streifen 4 sich seitlich erstreckend dargestellt, wobei sich der Bankstreifen 6 quer zu den ITO-Streifen 4 erstreckt. Dies ermöglicht eine Bewegung der Pipette 10 längs der zwischen den Bänken 6 erzeugten Wanne, um Lösung in einer kontinuierlichen oder halbkontinuierlichen Strömung aufzubringen. Nach dem Aufbringen der Lösung und Trocknen zur Erzeugung eines Films 38 kann eine Kathode aufgebracht werden, um das fertige Produkt zu erzeugen, das in Fig. 13 dargestellt ist. Die Kathode kann beispielsweise aus Aluminium oder einer Doppelschicht von Aluminium und Kalzium oder aus irgendeinem für organische LEDs verwendeten Kathodenmaterial bestehen. So hat bei der fertigen Einrichtung der Fig. 13 die lichtemittierende Einrichtung eine Struktur, die aus einem Substrat 2, einer Anzahl von Indiumzinnoxid-Streifen 4, welche sich seitlich erstrecken, und einer Anzahl von Bankstreifen 6 besteht, die sich quer zu den Indiumzinnoxid-Streifen 4 erstrecken. Zwischen den Streifen 6 ist ein dünner Film aus einem lichtemittierenden Polymer 38 gebildet, der das Ergebnis eines Trocknungsschrittes nach dem Aufbringen des als Lösung handhabbaren Materials mit Verwendung der Pipette 10 ist. Der dünne Film 38 liegt über den Indiumzinnoxid-Streifen 4 und bildet daher aktive Pixels p in den Überlappungsbereichen. Die Kathode 40 überdeckt die Einrichtung. Wenn ein elektrisches Feld zwischen den Indiumzinnoxid-Streifen und der Kathode 40 angelegt wird, werden Ladungsträger entgegengesetzter Art von dem ITO bzw. der Kathode in die lichtemittierende Schicht 38 injiziert. Diese Ladungsträger rekombinieren und zersetzen sich strahlend, um das Aussehen von Licht zu bewirken.

Das Verfahren ist zwar mit Bezug auf die Herstellung von OLEDs beschrieben worden, es wird jedoch bemerkt, daß auch andere aktive optische, elektronische oder optoelektronische Einrichtungen hergestellt werden können, beispielsweise mehrfarbige und/oder RGB-Einrichtungen, gemusterte LEPs oder Fluoreszenzfilter, aktive oder passive Matrizen, Dioden und Fotodioden, Trioden, Optokoppler, photovoltaische Zellen, Dünnschichttransistoren und dergl. Diesen Einrichtungen ist gemeinsam, daß sie wenigstens eine gemusterte aktive organische Halbleiter- oder Leerschicht enthalten.

Die Anordnung wird vorzugsweise mit einem steuerbaren Tropfenabgabemechanismus verwendet, der in der Lage ist, steuerbare Mengen der Lösung auf das Substrat auszugeben. Jede Pipette kann einzeln steuerbar sein.

Während die hier beschriebene OLED-Struktur mit einem im wesentlichen durchsichtigen Substrat 2 mit vorgemusterten Elektrodenbereichen von ITO beschrieben wurde, ist zu bemerken, daß auch andere Aufbauten möglich sind. Beispielsweise und nicht einschränkend ist es möglich, leitendes Zinnoxid oder Metall oder Legierungen als die vorgemusterten Elektroden zu verwenden. Alternativ kann die Kathode am Boden der Anordnung aufgebracht werden statt auf der Oberseite, wie in Fig. 13 dargestellt.

Substanzen, die erfindungsgemäß aufgebracht werden können, umfassen die folgenden:

- a) leitende Polymere, wie Polyanilin (PANI) und Derivate, Polythiophene und Derivate, Polypyrrol und Derivate, Polyethylenedioxythiophen; dotierte Formen all dieser Substanzen und insbesondere mit Polystyrol-Sulfonsäure dotiertes Polyethylenedioxythiophen (PEDT/PSS);
- b) als Lösung handhabbare Molekularverbindungen einschließlich Spiro-Verbindungen, wie sie z. B. in EP-

A-0 676 461 beschrieben sind;

c) als Lösung handhabbare, Ladung transportierende und/oder lumineszierende/elektrolumineszierende Polymere, vorzugsweise konjugierte Polymere, wie: Polyphenylene und Derivate, Polyphenylvinylene und Derivate, Polyfluorene und Derivate, Triaryl enthaltende Polymere und Derivate, Vorläuferpolymere in verschiedenen Formen, Copolymere (einschließlich der oben benannten Polymerklassen), allgemein statistische und Blockcopolymere, Polymere mit der aktiven (Ladung transportierenden und/oder lumineszierenden), als Seitengruppen an der Hauptkette angebrachten Sorten, Tiophene und Derivate und dergl.; d) andere anorganische Verbindungen, z. B. als Lösung handhabbare organometallische Vorläuferverbindungen zur Herstellung von Isolatoren oder Leitern.

In diesem Zusammenhang ist ein als Lösung handhabbares Material eines, das nach Trocknung eine endgültige stabile Form erzeugt, die vorzugsweise optisch/elektronisch/optoelektronisch aktiv ist. So sind Lösungen, die nach dem Trocknen ihre endgültige Form erreichen, eingeschlossen wie auch Lösungen eines Vorläuferpolymers, das nach dem Trocknen in die endgültige Form des Polymers sich umwandelt. Eine Weise, in der das als Lösung handhabbare Material seine endgültige Form erreichen kann, ist die Verdampfung von Lösungsmitteln, wodurch ein fester gelöster Stoff zurückbleibt. Dies kann erreicht werden, indem das Material getrocknet wird oder indem man es bei RTP (Zimmertemperatur und -druck) trocknen läßt. Natürlich kann eine Trocknung durch sich selbst nicht ausreichend sein, um das als Lösung handhabbare Material in seinen endgültigen stabilen Zustand umzuwandeln, in welchem Fall weitere Schritte vorgesehen werden können, um die notwendige Änderung in der chemischen Zusammensetzung des Materials zu bewirken.

Das hier beschriebene Aufbringverfahren ist insbesondere brauchbar für Inline-Verarbeitung zum Aufbringen einer Anzahl von verschiedenen Substanzen. Das heißt, ein Substrat kann kontinuierlich oder schrittweise zwischen einer Anzahl von verschiedenen Bohrungsanordnungen zum Aufbringen von verschiedenen Materialien für die Bildung unterschiedlicher Schichten bewegt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum selektiven Aufbringen eines als Lösung handhabbaren organischen Materials, welches umfaßt:
Aufbringen des Materials durch eine langgestreckte Bohrung von einem in Verbindung mit einem Vorratsbehälter dieses Materials stehenden entfernten Ende zu einem distalen Ende nahe einem Substrat zur Aufnahme dieses Materials, wobei die Zuführung des Materials so gesteuert wird, daß es das distale Ende unter der Wirkung der Schwerkraft oder der Benetzungsspannung oder einer Kombination derselben infolge des Kontakts zwischen diesem Material und dem Substrat verläßt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die wenigstens eine Bohrung in Verbindung mit dem Vorratsbehälter über einen flexiblen Schlauch steht, um eine Bewegung der Bohrung bezüglich des Substrats zu ermöglichen, so daß eine selektive Aufbringung in vorbestimmten Bereichen des Substrats ermöglicht wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem die langgestreckte Bohrung einen Teil einer Bohrungsanordnung bildet, die den Vorratsbehälter einschließt und be-

züglich des Substrats beweglich ist, um das selektive Aufbringen in vorbestimmten Bereichen des Substrats zu ermöglichen.

4. Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem das Substrat bezüglich der wenigstens einen langgestreckten Bohrung beweglich gelagert ist, um das selektive Aufbringen in vorbestimmten Bereichen des Substrats zu ermöglichen.

5. Verfahren nach Anspruch 3, bei welchem die Bohrungsanordnung aus einer Anordnung in Form einer Platte besteht, die eine Anzahl von Öffnungen besitzt, deren jede mit einer entsprechenden vorstehenden langgestreckten Bohrung in Verbindung steht, wobei die Öffnungen eine Verbindung der Bohrungen mit dem Vorratsbehälter ermöglichen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, mit wenigstens drei langgestreckten Bohrungen in Verbindung mit jeweils unterschiedlichen Vorratsbehältern zur Zuführung von unterschiedlichen Materialien zu vorbestimmten Bereichen des Substrats, wobei die unterschiedlichen Materialien lichtemittierende organische Materialien sind, die Licht von unterschiedlichen Wellenlängen emittieren können.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem das Substrat ein vorgeformtes Muster von Trennmaterial zur Bildung vorbestimmter Bereiche trägt, in denen das selektive Aufbringen stattfinden soll.

8. Verfahren nach Anspruch 7, bei welchem ein Elektrodenmaterial in den vorbestimmten Bereichen vorher aufgebracht worden ist.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem die Querschnittsfläche der Bohrung im Bereich von 0,001 mm² bis 10 mm² liegt.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem der Abstand zwischen dem Substrat und dem distalen Ende der langgestreckten Bohrung weniger als 10 mm beträgt.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem die Geschwindigkeit des Aufbringens des Materials über die langgestreckte Bohrung weniger als 3 m/s beträgt.

12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem die vorbestimmten Bereiche eine maximale Abmessung von mehr als 50 µm besitzen.

13. Verfahren zum Herstellen einer optischen, elektronischen oder optoelektronischen Einrichtung, welches umfaßt:

(a) Ausbilden auf einem Substrat eines vorbestimmten Musters von Trennmaterial zur Bildung von vorbestimmten Bereichen für das darauffolgende Aufbringen eines als Lösung handhabbaren Materials;

(b) Aufbringen eines als Lösung handhabbaren Materials in den vorbestimmten Bereichen durch Zuführen des Materials von einem in Verbindung mit einem Vorratsbehälter dieses Materials stehenden entfernten Ende einer langgestreckten Bohrung zu einem distalen Ende dieser Bohrung nahe den vorbestimmten Bereichen, wobei die Zuführung des Materials derart gesteuert wird, daß es das distale Ende unter der Wirkung der Schwerkraft oder der Benetzungsspannung oder einer Kombination dieser beiden mittels des Kontakts zwischen dem Material und dem Substrat verläßt; und

(c) Durchführung eines Trocknungsschrittes.

14. Verfahren nach Anspruch 13, welches vor dem

Schritt (a) den Schritt des Ausbildens auf dem Substrat einer Anzahl von Elektrodenbereichen umfaßt, die in den vorbestimmten Bereichen freiliegen.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei welchem die Elektrodenbereiche Anodenbereiche sind und das Verfahren einen weiteren Schritt des Aufbringens einer Kathodenschicht nach dem Trocknungsschritt umfaßt.

16. Verfahren nach Anspruch 13, 14 oder 15, bei welchem das als Lösung handhabbare Material ein lichtemittierendes organisches Material ist.

17. Verfahren nach Anspruch 1 oder 13, bei welchem das Material in Kontakt mit dem Substrat gebracht wird, während das Material noch in Kontakt mit dem distalen Ende der Bohrung steht.

18. Verfahren zum Herstellen einer aktiven Komponente für eine optische, elektronische oder optoelektronische Einrichtung unter Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder Anspruch 13.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

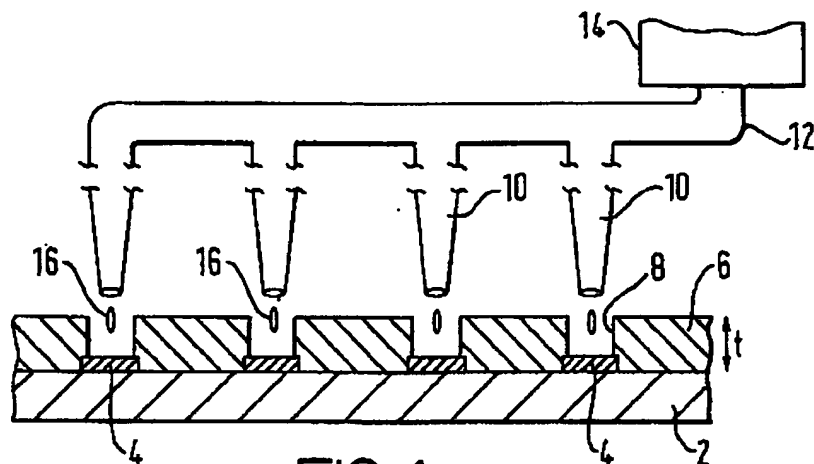


FIG. 1

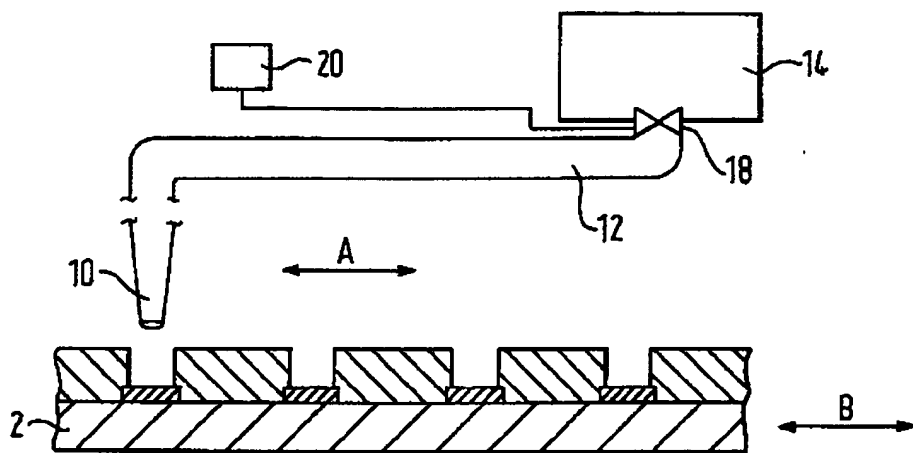


FIG. 2

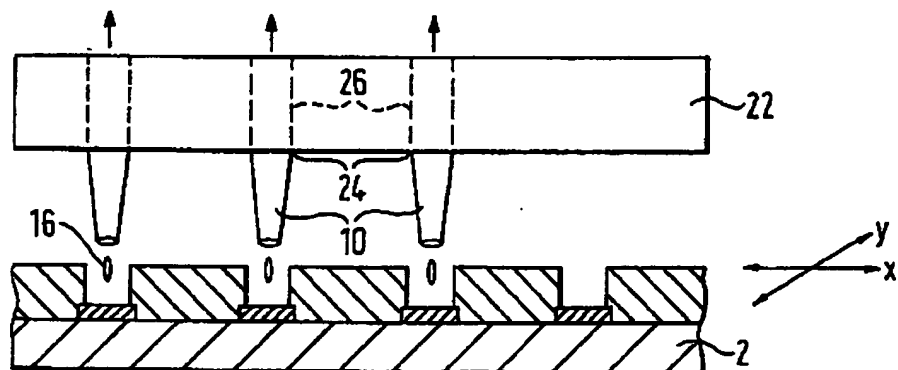


FIG. 3

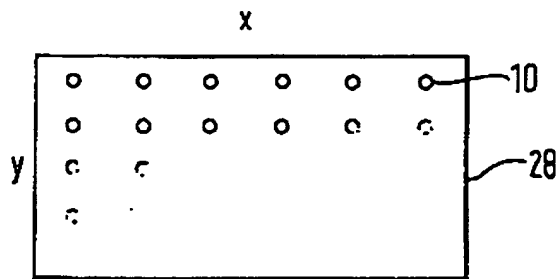


FIG. 4

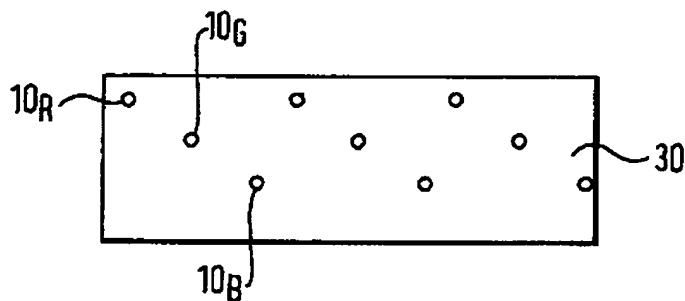


FIG. 5a

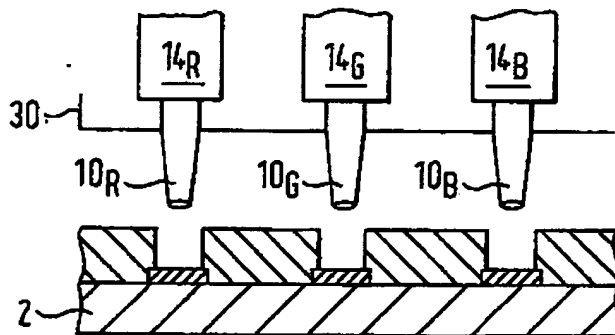


FIG. 5b

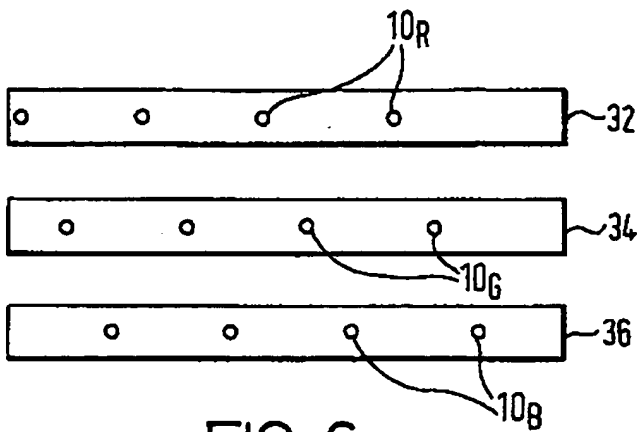


FIG. 6

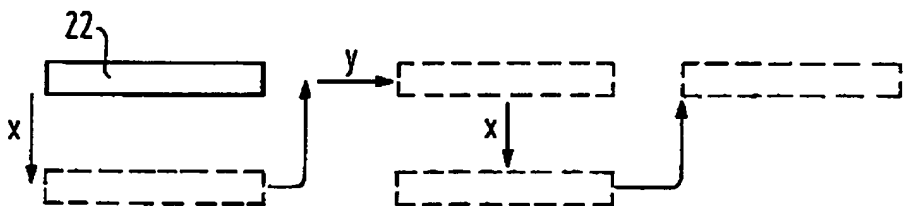


FIG. 7

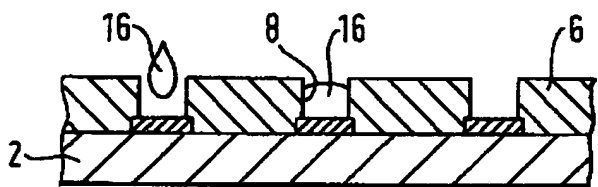


FIG. 8a

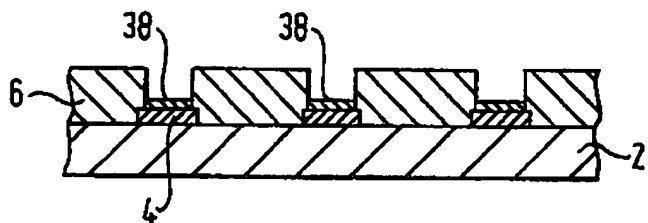


FIG. 8b

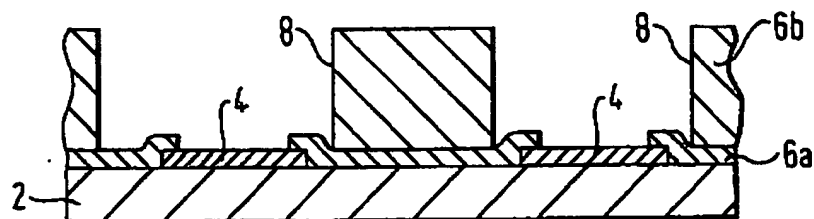


FIG. 9a

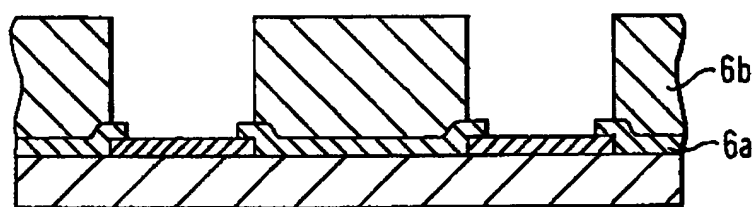


FIG. 9b

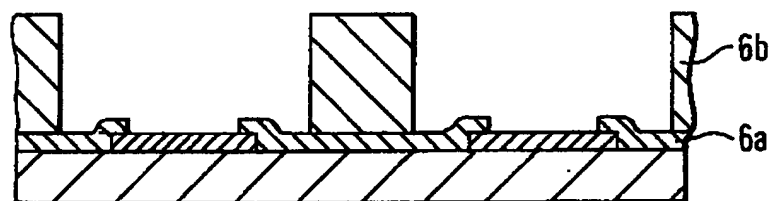


FIG. 9c

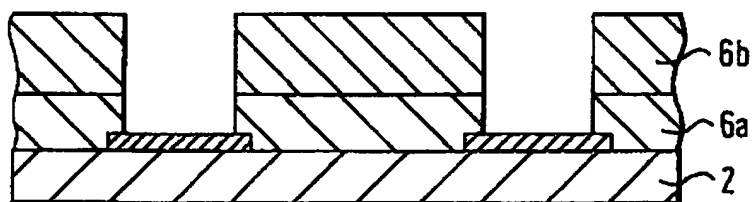


FIG. 9d

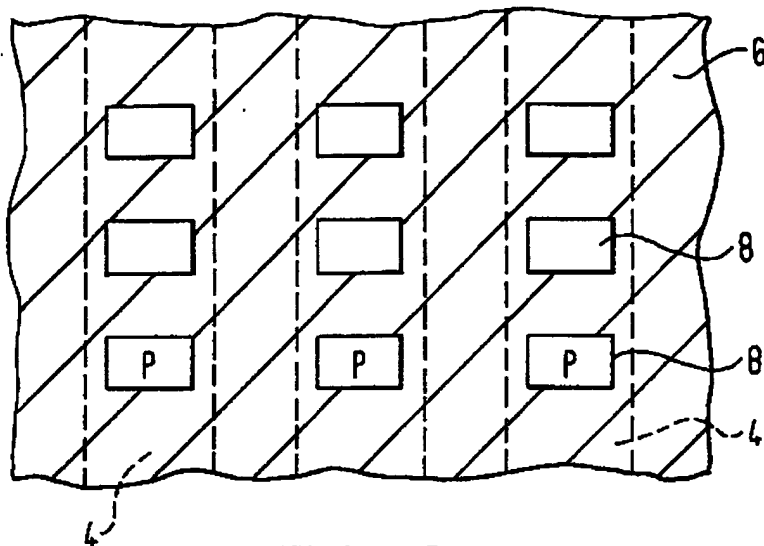


FIG. 10

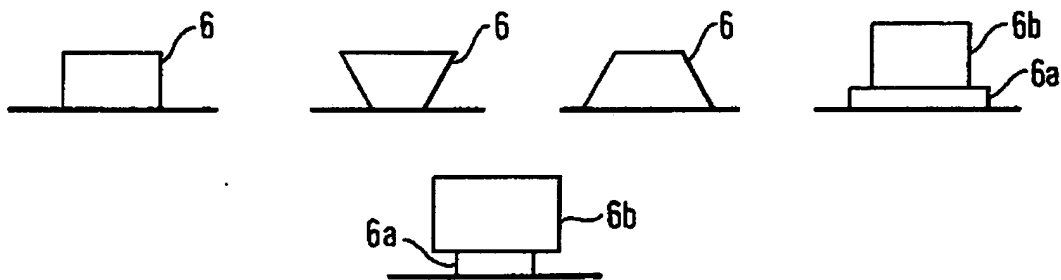


FIG. 11

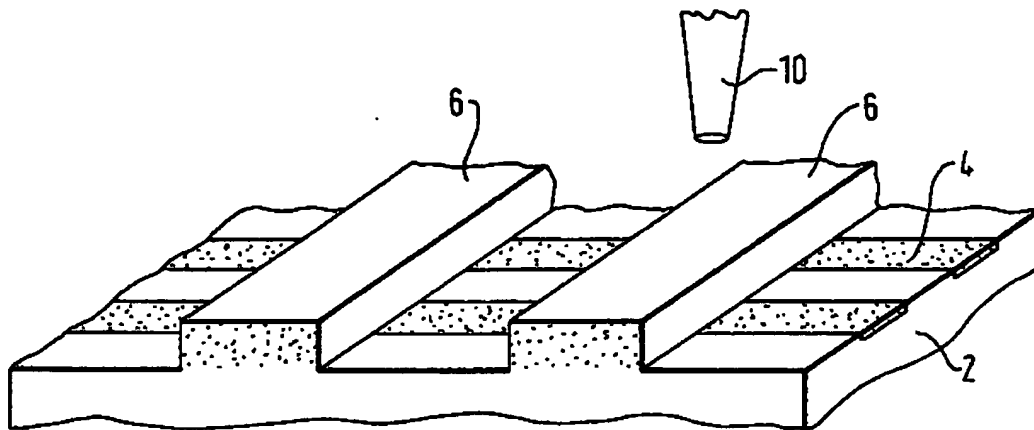


FIG. 12

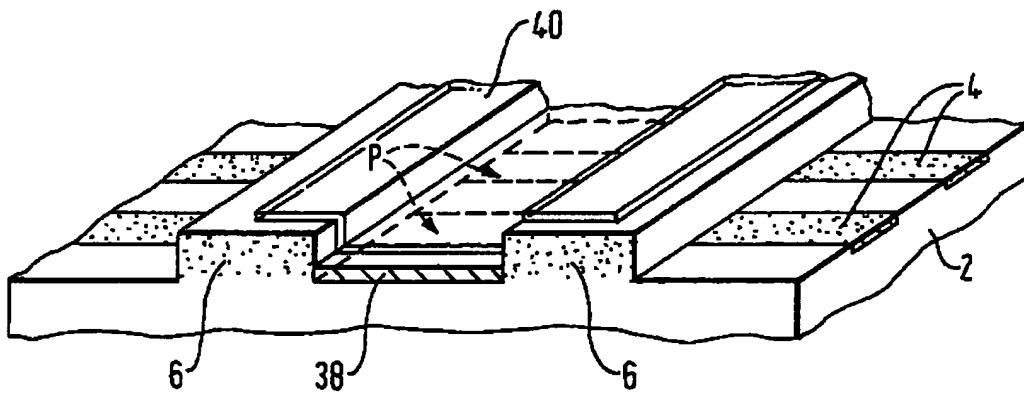


FIG. 13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.